



Universidad
Externado
de Colombia

FACULTAD DE ECONOMÍA

TESIS DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA

EI EFECTO DE LA DEUDA PÚBLICA SOBRE LA INVERSIÓN PRIVADA, UN
MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE PARA COLOMBIA

PAOLA ANDREA RIOS ARREDONDO

COORDIRECTORES:

DAVID ARTURO RODRÍGUEZ GUERRERO

ISIDRO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

BOGOTÁ, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2016

EI EFECTO DE LA DEUDA PÚBLICA SOBRE LA INVERSIÓN PRIVADA, UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE PARA COLOMBIA

PAOLA ANDREA RIOS ARREDONDO*

Resumen

El presente artículo analiza, mediante un Modelo de Equilibrio General Computable, la relación entre la deuda pública y las decisiones de inversión de los agentes privados. El modelo se concentra en indagar bajo qué condiciones podría haber un efecto desplazamiento o un efecto de complementariedad sobre la inversión privada cuando el gobierno aumenta su inversión a través de nuevo endeudamiento. El análisis incorpora los mercados de fondos prestables y contempla la existencia de externalidades entre la inversión pública y la inversión privada. Los resultados indican que cuando se toman en consideración los cambios en el portafolio de los agentes, un aumento de la inversión del gobierno desplazaría la inversión privada. No obstante, el efecto se compensaría si se tienen en cuenta el componente de la externalidad.

Códigos de Clasificación JEL: E22, H63, H54, G11, C68.

Palabras Clave: Inversión Pública, Inversión Privada, Elecciones de Portafolio, Complementariedad, Desplazamiento, Deuda Pública, Equilibrio General Aplicado.

* Facultad de Economía. Maestría en Economía. Email: paola.rios@uexternado.edu.co. Agradezco los valiosos aportes, comentarios, el acompañamiento y la dedicación del profesor David Arturo Rodríguez en este proyecto de investigación. Igualmente, por su apoyo permanente e incondicional a la profesora Tatiana Gélvez, el profesor Isidro Hernández, Daniel Barragan, Hugo Rios, Martha Arredondo y al profesor Anderson Tami.

Abstract

This article uses a Computable General Equilibrium Model to analyze the relation between the public debt and the investment decisions of private agents. The model aims to find in which conditions could be a crowding out or crowding in of private investment, when the government increases their investment through new debt. The study introduces the loanable funds market and consider the public and private investment externalities. The results suggest that when changes on agent's portfolio are considered, a public investment rise crowds out the private investment. Although, the effect could be offset when externalities are taken into account.

JEL Classification: E22, H63, H54, G11, C68.

Keywords: Public Investment, Private Investment, Portfolio Choice, Public Debt, Crowding Out, Crowding In, Applied General Equilibrium.

I. INTRODUCCIÓN.

Los impactos que tiene la deuda pública sobre la inversión privada son materia de discusión, tanto a nivel empírico como teórico. Ya sea un efecto de complementariedad o un efecto desplazamiento, la relación de estas variables resulta determinante en las decisiones de política fiscal que adopten los gobiernos. El presente documento estudia estos efectos para el caso colombiano y busca determinar bajo qué escenarios se presentaría un efecto crowding out o un efecto crowding in.

El tema que concierne el documento es de relevancia a nivel internacional y a nivel nacional. En el momento, en el contexto internacional se mantiene un amplio debate frente al tema, pues se discute la efectividad de las políticas de austeridad que están adoptando los países Europeos y de hecho, un reciente documento (Blanchard y Leigh, 2013) indica que los multiplicadores del gasto calculados para determinar los efectos a corto plazo de los recortes en el gasto público y el aumento en los impuestos, fueron subestimados en las proyecciones.

En el contexto nacional este debate es igualmente pertinente, dadas las importantes inversiones que se planean realizar a nivel del gobierno, por ejemplo, las relacionadas con el proyecto de concesiones de vías 4G y las que se harán dentro de las diferentes regiones del país, para recuperar territorios afectados por la violencia, en el marco del posconflicto. Vale la pena preguntarse entonces, cuáles serán los efectos de este tipo de políticas expansivas.

Como se profundizará más adelante, las estimaciones que se realizaron para Colombia se enfocan, o en resaltar el efecto del capital público sobre la producción, dejando a un lado los efectos de la financiación, o en centrarse en este último aspecto, sin tomar en consideración, el tipo de gasto que hace el gobierno. En este sentido, el presente documento avanza en abordar el tema de una manera más integral, incorporando ambos elementos.

Por lo tanto, el documento además de exponer algunas de las discusiones y de las corrientes más relevantes, a través de un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) introduce los mecanismos de financiamiento y las funciones de elección de los sectores institucionales de la economía, describiendo bajo qué condiciones se puede presentar un efecto crowding in o crowding out de la inversión privada, cuando se incrementa la deuda pública. Adicionalmente, se incorpora un componente que da cuenta de los encadenamientos productivos de cierto tipo de inversión del gobierno y su efecto sobre la productividad.

Los escenarios que se presentan hacen énfasis en un incremento de la deuda pública como mecanismo de financiación de inversión del gobierno. En especial, un aumento del gasto de inversión del gobierno del 2% mediante el endeudamiento generaría una reducción de la inversión privada en un 0,4% y 0,5%. Sin embargo, este resultado se compensa parcialmente si se tiene en cuenta las externalidades positivas que tienen cierto tipo de inversión del gobierno sobre la productividad de los factores y sobre el comportamiento de otros sectores.

La estructura del documento comprende esta primera sección introductoria, una segunda, en la que se presenta una revisión bibliográfica acerca de las relaciones entre la inversión y la

deuda pública desde la perspectiva teórica, allí se recalcan las bondades de emplear los MEGC en esta discusión.

La tercera sección aborda los resultados empíricos, en donde se vislumbra la falta de consenso frente a los efectos del incremento de la deuda pública sobre la inversión. Posteriormente, se describe la construcción del MEGC, la cual incluye la estructuración de la Matriz de Contabilidad Social (MCS) y el modelo teórico aplicado para analizar el comportamiento de los agentes. Finalmente, se describen los resultados de las simulaciones llevadas a cabo con el modelo.

II. TEORÍA DE LA INVERSIÓN Y EL EFECTO DE LA DEUDA PÚBLICA.

La relación entre la deuda del gobierno y la inversión privada, han sido analizados a lo largo de los años. El contexto histórico y económico fue determinante para los desarrollos teóricos.

El enfoque neoclásico y el keynesiano introducen dos elementos relevantes en la discusión acerca de los efectos de la deuda pública sobre la inversión privada. Desde el primero, se entiende que un incremento del gasto del gobierno aumentará la tasa de interés real de la economía, producto de un aumento de la demanda de dinero y de una oferta constante, que finalmente generará una disminución en la inversión. Desde la perspectiva keynesiana, el aumento en el gasto del gobierno generará un aumento en la demanda agregada, lo cual, estimulará la inversión. Igualmente, esta teoría recalca que, en ciertos momentos, especialmente en situaciones de crisis financiera, las personas tendrán preferencias por la liquidez y tenderán a disminuir la demanda de los activos menos líquidos, perdiendo relevancia el efecto de los rendimientos de los activos en las decisiones de inversión.

A partir de los anteriores elementos, la discusión sobre el efecto que tiene el financiamiento del gasto público en las decisiones de inversión de los agentes privados gira alrededor de dos perspectivas: el crowding out (in) real y el financiero. El primer enfoque introduce variables reales como cambios en los impuestos, el crecimiento real de la inversión pública y privada, la tasa de ganancia, la tasa de capacidad de utilización (Cebula, 1978) y el precio de los bienes relativos de capital (Aschauer, 1989).

En el enfoque real se hace una distinción entre los choques transitorios y permanentes de la política fiscal. Los primeros generarán presiones sobre la demanda de los bienes y servicios, lo cual llevará a un aumento de la tasa interés real de la economía, el producto y la balanza comercial. Por el contrario, con un choque permanente habrá una disminución de la riqueza del sector privado, un aumento de las expectativas frente a un eventual incremento de los impuestos y menores efectos sobre la demanda agregada, el producto y la cuenta corriente (Aschauer, 1989). Recientemente, se ha estudiado este efecto, mostrando que el crowding out dependerá del tipo de política tributaria y monetaria que se adopte para financiar el nuevo endeudamiento, pues estos componentes serán determinantes para definir la magnitud de la respuesta de la inversión y la tasa de interés (Traum y Yang, 2010).

Ahora bien, cuando se introduce el componente financiero del crowding out se analiza el desplazamiento de los recursos financieros cuando el gobierno adquiere endeudamiento y el efecto que tiene sobre la inversión privada. Este aspecto cobró especial atención a finales los 60's, pues en el periodo pos-depresión la política fiscal prevalecía como instrumento estabilizador de la economía y había un consenso sobre la efectividad del multiplicador del gasto del gobierno. A finales de la década de los 60's, se empieza a debatir el poco peso que se le daba al financiamiento del déficit público en los análisis y empieza a crecer la idea de que la política fiscal no es necesariamente aplicable y operante en situaciones de bajo desempleo y alta inflación (Spencer y Yohe, 1970).

A nivel de modelación teórica el trabajo de Friedman (1979) representó un importante avance en la formulación del puente entre los mecanismos de financiación y las dinámicas de inversión. Pues el autor construye un modelo con base en los efectos desplazamiento y complementariedad financiera que se obtienen cuando el gobierno financia su gasto a través del aumento de la deuda. El análisis de estos efectos lo realiza por medio de dos vías, una de ellas está asociada con la demanda de dinero por propósitos transaccionales y la segunda, la cual es de mayor relevancia en su exposición, es el efecto ingreso del comportamiento del portafolio. La determinación del efecto desplazamiento o complementariedad estará determinado por la política que adopte la autoridad monetaria y por los índices relativos de sustituibilidad de los diferentes activos financieros² que posee el público.

La introducción del mercado de dinero, bonos y capital, realizada por Friedman (1979) marca una diferencia con respecto a los enfoques tradicionales. Sin embargo, en su exposición no se incluyen las funciones de comportamiento que podrían adoptar los diversos agentes de la economía, aspecto que puede enriquecer la discusión sobre los diferentes escenarios que se presentan en los mercados financieros y en las decisiones de inversión real de los agentes.

Recientemente, el desarrollo de los Modelos de Equilibrio General Computable (MEGC) han incluido los mercados financieros y las decisiones de portafolio. Este tipo de modelos describen, por un lado, el componente real de la economía, es decir, la producción, la generación de ingreso y la demanda de los bienes. Por otro lado, incorporan el comportamiento de portafolio del gobierno, los hogares, las firmas y las instituciones financieras. De esta forma se tiene un equilibrio en términos de bienes y servicios, ingresos, flujos y stocks financieros (Nasstepad, 2003).

La corriente dentro de los MEGC que impulsa la introducción de los mercados financieros es la estructuralista³. En especial, Taylor (1990), uno de los autores más influyentes de este

² Friedman plantea un sistema linear completamente especificado de demanda de activos por dinero-bonos-capital. La cantidad de cada activo demandado depende de unos coeficientes fijos, del rendimiento conocido del dinero y de los rendimientos esperados del bono o del capital.

³ La corriente estructuralista considera que los elementos estructurales de una economía son de gran relevancia para comprender su comportamiento. Entre los factores estructurales se encuentra la distribución del ingreso y de la riqueza, las relaciones de tenencia de la tierra, el grado de especialización del comercio internacional, la

enfoque, expone algunas de las características que podrían identificar a un MEGC como estructuralista. Tales como, que este tipo de modelos no asumen que existe pleno empleo del trabajo y de la capacidad instalada, a diferencia de los modelos que se basan en la teoría neoclásica. Igualmente, recrea una interacción entre el componente real y el financiero de la economía, posibilitando la existencia de un efecto crowding in del gasto público en la formación de capital privado gracias a la complementariedad y un efecto crowding out por el incremento de las tasas de interés cargadas a los bancos.

Robinson (1991) expone el desarrollo de los MEGC que han incorporado los mercados de activos. Modelos elaborados por autores como Benjamin, Devarajan, y Weine (1989), Feltestein (1986) y Feltestein y Morris (1988) incluyen activos como los bonos y el dinero e introducen una tasa de interés la cual equilibra el mercado de estos activos (Robinson 1991, pg. 1516). Por su parte, Fargeix y Sadoulet (1990) elaboran un modelo para Ecuador en el que además de incluir las elecciones de portafolio de los agentes sobre los activos del mercado, también modelan distintos efectos de complementariedad en la productividad de la inversión tanto pública como privada en funciones sectoriales de producción.

Los desarrollos teóricos revelan la importancia de introducir el componente financiero para comprender las relaciones entre la deuda y la inversión. Los modelos de equilibrio general computable permiten modelar las decisiones de comportamiento de los agentes en los mercados financieros y de formular los mecanismos bajo los cuales se relacionan la economía real con la financiera. De manera que las decisiones de inversión de los agentes no solo se verán afectadas por la tasa de ganancia, sino también por las decisiones de financiamiento de otros agentes, las restricciones en el mercado de financiamiento y la tasa de interés.

III. DESARROLLOS EMPÍRICOS DEL EFECTO CROWDING OUT.

La crisis financiera suscitó un debate académico acerca del rol y efectividad de la política fiscal. En esta línea Balcerzak y Rogalska (2014) argumentan que son necesarios mayores trabajos a nivel teórico y empírico, pues algunos de los ejercicios que se realizaron llegan a resultados contradictorios que generalmente suelen ser sensibles a los enfoques metodológicos, y en el caso de algunas economías, pueden variar de acuerdo a los periodos que se estudien. A continuación, se profundizará en torno a esta afirmación, y se analizan los hallazgos para países en desarrollo y países desarrollados; igualmente se comentarán las estimaciones que se han realizado para Colombia.

En el análisis empírico se mantiene la tendencia a abordar el crowding out a partir del enfoque real. La mayoría de estudios encuentran diferentes conclusiones con respecto al efecto complementariedad o desplazamiento entre el aumento del gasto público y la inversión privada. Si se realiza una diferenciación entre países desarrollados y en desarrollo, una de las

densidad de las cadenas de producción, el grado de concentración de los mercados, el funcionamiento de los intermediarios financieros, la penetración de los avances tecnológicos y el papel de los diferentes agentes económicos en el control de los medios de producción (Taylor, 1990).

tesis probadas a través de los estudios empíricos es que en economías con pleno uso de los recursos hay un efecto crowding out cuando el gobierno incrementa su gasto, pero en economías en las que no se presenta el pleno uso de los recursos, el gasto del gobierno, especialmente en sectores como la infraestructura, puede representar un estímulo para la inversión privada.

Lo anterior se observa en el trabajo de Ahmed y Miller (2000), quienes realizan un ejercicio empírico para 23 países en desarrollo y 16 países desarrollados para determinar el impacto del gasto público sobre la generación de inversión privada. El análisis concluye que hay un efecto crowding out en los países desarrollados y un efecto crowding in en los países en desarrollo. Otros autores como: Serven (1996), Rashid (2005), Chakraborty (2007), Singh (2012) y Eden y Kraay (2014) encuentran que el gasto en inversión pública es complementario a la inversión privada en los países en vías de desarrollo. En cuanto al efecto en los países desarrollados, Cebula (1978) y Argimon, Paramo y Roldan (1997) identifican un efecto crowding out del cambio de la deuda del gobierno y la tasa de inversión pública, respectivamente, sobre la inversión privada.

Sin embargo, se encuentran otros artículos que llegan a conclusiones opuestas, para los países en desarrollo Echevarría y Tenjo (1993), Cavallo y Daude (2011) y Furceri y Sousa (2011) encuentran un efecto negativo de la inversión pública sobre la privada. Para países desarrollados Aschauer (1989), Hatano (2010) prueban que habría un efecto positivo de la sobre la inversión privada.

A pesar de la concentración de los estudios en los aspectos reales, se encuentran análisis que introducen variables relacionadas con el sector financiero, como el stock real de crédito, el crédito doméstico y la tasa de interés de los créditos. Las estimaciones del efecto de estas variables sobre la inversión resultan ser estadísticamente significativas en los modelos. Chackraborty (2007) encuentra que el costo de financiamiento y la cantidad de crédito son determinantes en la función de inversión privada, este autor mediante la modelación VAR incluye aspectos del crowding out financiero puesto que analiza si la inversión es sensible a la tasa de interés y si a su vez la tasa de interés es sensible a la política fiscal. Concluye que no hay un efecto crowding out financiero debido a que la tasa de interés depende de la oferta monetaria, de la tasa de cambio y de la inflación esperada, pero no depende del déficit fiscal del gobierno.

En los Modelos de Equilibrio General Computable, también se estiman los efectos del aumento del gasto público sobre la inversión. Savard (2010) elabora un MEGC para Filipinas, en el que se realiza una simulación de un aumento del gasto en infraestructura del gobierno, el cual es financiado por un aumento en los impuestos directos, indirectos o por ayudas internacionales, los tres canales de financiación generan un impacto negativo en la inversión privada.

Perrault, Savard y Estache (2010) diseñan un MEGC para identificar el impacto de un incremento del gasto en infraestructura en seis países africanos. Los autores realizan varias simulaciones con diferentes tipos de gasto y formas de financiamiento, por ejemplo, encuentran que hay un efecto crowding in en los 6 países cuando se aumenta el gasto de infraestructura en vías por medio de la reducción del gasto en otros sectores, lo mismo ocurre cuando el gasto en infraestructura eléctrica se financia por medio de un impuesto al valor agregado.

Los anteriores trabajos no contemplan una financiación del gasto público por medio de los mercados financieros. A diferencia de estos, Rosenswieg y Taylor (1990) incorporan esta posibilidad mediante la construcción de un MEGC con activos financieros y con elección de portafolio. Una de las simulaciones que plantean los autores es un aumento del gasto público financiado por préstamos con los bancos comerciales. Bajo este escenario, hay una contracción del crédito para las firmas y un aumento en las tasas de interés que termina disminuyendo la inversión privada. No obstante, el efecto se compensa parcialmente por una entrada de capitales, lo que finalmente lleva a una leve disminución de la inversión.

Para el caso específico de Colombia, tampoco existe un consenso sobre el efecto crowding out, por ejemplo, en la línea de Aschauer (1989), en la que hay un efecto desplazamiento de la inversión privada en el corto plazo, pero en el largo plazo hay aumentos en la productividad privada gracias al stock de capital público, Sanchez (1993) encuentra que la inversión pública especialmente la relacionada con infraestructura y telecomunicaciones tiene un efecto positivo sobre la productividad, la tasa de inversión y el crecimiento económico.

En el artículo de Cárdenas et al. (1995) se estima la productividad marginal del capital público y privado a nivel nacional, local e industrial. Allí encuentran que la productividad marginal del capital privado es mayor a la del público a nivel nacional e industrial. Sin embargo, a nivel local la productividad del capital público resulta ser mayor. En un trabajo más reciente Jimenez y Sanaú (2011) identifican que en el periodo comprendido entre 1990 y 2005 se produjo un impulso de la producción manufacturera por parte de la infraestructura pública, aunque anota que debido a la inestabilidad institucional y macroeconómica y a la inadecuada provisión de capital público, el efecto fue menor al esperado. No obstante, ninguna de las estimaciones anteriores contempla el mecanismo de financiación de la inversión pública y su respectivo efecto.

Por otro lado, Echevarría y Tenjo (1993) y Easterly (1991), encuentran una relación negativa entre el gasto público y la inversión privada para Colombia. Sobre este último, se debe resaltar que sí incorpora los mecanismos de financiación, pero deja de lado el tipo de expansión fiscal que realiza el gobierno. Adicionalmente, Easterly (1991) encuentra resultados contraintuitivos en su modelo econométrico, con lo que sugiere que se debe profundizar en los determinantes de la inversión en Colombia.

En definitiva, las estimaciones no son plenamente concluyentes, sin embargo, el desarrollo teórico y la evidencia empírica muestran la importancia de incorporar los mecanismos de financiación y de diferenciar el tipo de gasto que realiza el gobierno. Como se verá en las siguientes secciones, ambos elementos se tienen en cuenta en el análisis con el fin de abordar de manera más integral el fenómeno del crowding out en Colombia.

IV. MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE.

En un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) se simula explícitamente el comportamiento de cada actor representado en una Matriz de Contabilidad Social (MCS). Este define las condiciones de equilibrio y las variables de equilibrio que determinan el balance de las filas y las columnas (Robinson, 1991).

La construcción de un MEGC se compone de dos fases, la primera comprende la elaboración de una MCS, en donde se capturan las transacciones de los diferentes agentes y sectores de la economía. La segunda fase consiste, es la conformación de un modelo teórico que logre reconstruir la MCS, de manera que se puedan efectuar las simulaciones de interés (Rodríguez, 2015).

A continuación, se presenta la elaboración de la MCS y el modelo teórico empleado para describir el proceso productivo de la economía y las funciones de elección de los agentes. Posteriormente se introducen instrumentos financieros en los que se distribuye el ahorro de los agentes y los cuáles serán las fuentes para generar la inversión en la economía.

1. MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL BÁSICA

La Matriz de Contabilidad Social (MCS) es una representación de un conjunto de transacciones económicas realizadas en un momento del tiempo. Se construyen a partir del Sistema de Cuentas Nacionales, aunque también se puede recurrir a información complementaria (Corredor y Pardo, 2008). Esta es una matriz cuadrada que comprende todas las actividades económicas: producción, consumo, distribución y acumulación. Cada transacción es representada en filas y columnas. En las filas se enlistan los ingresos y en las columnas se registran los pagos. Cada una de las cuentas debe estar balanceada, por lo tanto, los totales de las columnas y las filas deben ser iguales.

La MCS para Colombia se construyó con base en la metodología de la MCS de 2003 elaborada por Corredor y Pardo (2008) y con la guía para la construcción de la Matriz de Contabilidad Social para Colombia elaborada por Rodríguez (2015). Para ello se empleó la información contenida en la Matriz Oferta (MO), la Matriz Utilización (MU) y las Cuentas Económicas Integradas (CEI) del 2013, siendo éstas las cifras más recientes que se encuentran disponibles en el Departamento Nacional de Estadística (DANE).

La Matriz de Contabilidad Social Básica es presentada en el cuadro 1, y se simplifica por motivos de ilustración, a un solo sector productivo. Allí se puede observar que se compone de cinco tipos de cuentas: Ramas de actividad, factores, instituciones, impuestos, y cuenta de

capital. La cuenta de ramas de actividad, contiene información de la MU y representa el consumo intermedio y el valor agregado de cada actividad (para mayores detalles se presenta la MCS con todos los sectores productivos⁴ en el anexo 1). El valor agregado dentro de la matriz se divide en el pago a los factores: trabajo y capital.

Dentro de las instituciones se encuentran, los hogares, las firmas, el gobierno y el sector externo (ver cuadro 1). En la matriz se representa la transferencia de recursos entre los sectores institucionales. De un lado, las firmas y el gobierno le transfieren a los hogares recursos por medio de las prestaciones sociales⁵ y por el ajuste de la variación de la participación neta de los hogares en los fondos de pensiones. Los hogares a su vez realizan contribuciones sociales a las firmas y el gobierno.

El sector externo contiene las interacciones de la economía nacional con el resto del mundo, el cual recibe ingresos por medio de las importaciones y del pago a factores de los sectores institucionales, sus gastos, por su parte, están concentrados en las exportaciones y al pago de factores. Por lo tanto, la diferencia entre ingresos y gastos es el saldo de la cuenta corriente y representa el ahorro del resto del mundo.

Los ingresos factoriales de los sectores institucionales se obtienen de la cuenta de generación de ingreso de las CEI. Para el caso específico de los hogares, el ingreso mixto se divide en salarios y excedente bruto de explotación, de acuerdo con las participaciones de Céspedes (2011).

Dentro de las cuentas de impuestos se encuentran los impuestos a la producción y a los productos, allí se tienen en cuenta el IVA no deducible, impuestos a los productos y subvenciones a los productos de la MO. Igualmente, de la MO se extrae la información de los impuestos y derechos a las importaciones para crear la cuenta aranceles en la MCS. Por otro lado, de la cuenta de distribución secundaria del ingreso de las CEI se utilizan las transacciones que los hogares y firmas realizan de los impuestos corrientes sobre el ingreso y la riqueza para crear la cuenta impuestos directos de la MCS.

La cuenta de capital contiene la información del ahorro de cada de las instituciones, el cual permite que haya los recursos necesarios para la formación bruta de capital fijo de los sectores productivos de la economía (Ver cuenta “Inversión- ahorro” del cuadro 1). Esta cuenta será detallada en la siguiente sección.

Finalmente, se debe tener en cuenta que, por construcción, la matriz esta balanceada. Sin embargo, se realizaron algunas simplificaciones que generaron un desbalance⁶. Por lo tanto,

⁴ Por simplicidad se omite la distinción entre actividades y bienes.

⁵ Estas prestaciones son diferentes a las transferencias sociales en especie. (Rodríguez, 2015)

⁶ El desbalance de la matriz se encuentra principalmente en el consumo intermedio y el valor agregado. Adicionalmente, no se tiene en cuenta los salarios de los nacionales en el exterior, de los extranjeros en territorio nacional y los impuestos directos que paga el gobierno, lo anterior se realiza por simplicidad y por el bajo monto de estas transacciones (Rodríguez, 2015).

se emplea el método de entropía cruzada para balancear la MCS. Este proceso consiste en realizar una optimización que relacione la información de la matriz desbalanceada con los valores de una matriz a construir, la cual se encuentra balanceada, teniendo como restricción que la resta de las filas y columnas de cada cuenta sean iguales a cero. Para ello, se minimiza la diferencia en logaritmos de los valores iniciales y los finales, esta diferencia está ponderada por la importancia de cada valor en la MCS (Rodríguez, 2015).

Cuadro 1. Matriz de Contabilidad Social Básica

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	TOTAL
SECTORES PRODUCTIVOS (1)	608.657						114.505	426.332	126.684			172.862	1.449.041
TRABAJO (2)	344.925												344.925
CAPITAL (3)	283.673												283.673
IMPUESTOS A LA PRODUCCIÓN (4)	66.402												66.402
ARANCELES (5)	4.293												4.293
FIRMAS (6)			239.389					17.871			84.594		341.854
GOBIERNO (7)			7.357	66.402	4.293			39.740		54.843	124.965		297.600
HOGARES (8)		344.925	36.927			23.726	65.579				97.362		568.519
RESTO DEL MUNDO (9)	141.091										35.918		177.009
IMPUESTOS DIRECTOS (10)						45.395		9.448					54.843
RENTAS A LA PROPIEDAD Y TRANSFERENCIAS (11)						195.185	103.761	26.826	17.068				342.839
INVERSIÓN AHORRO (12)						77.548	13.754	48.303	33.257				172.862
TOTAL	1.449.041	344.925	283.673	66.402	4.293	341.854	297.600	568.519	177.009	54.843	342.839	172.862	4.103.860

Fuente: Elaboración propia. Cifras en miles millones.

2. CONSTRUCCIÓN DE LAS CUENTAS FINANCIERAS DE LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL

Las cuentas financieras de la MCS fueron construidas de manera similar a la de Hernández (2003) en la medida en que el portafolio de cada uno de los sectores institucionales se va conformando por etapas, dada la información disponible y la importancia de las cuentas. No obstante, la introducción del mercado de fondos prestables que se desarrolla en el presente trabajo dista de la matriz de contabilidad social financiera que emplea Hernández (2003), pues esta se elabora con la conformación de una matriz que enlista los flujos financieros de todos los agentes y mediante los intereses pagados por cada una de las instituciones del sector real a las instituciones financieras, se realiza una concordancia con la MCS real.

De manera que el desarrollo del trabajo que aquí se presenta es la extensión de las cuentas de ahorro e inversión de la matriz de contabilidad social real, introduciendo otros sectores institucionales y exponiendo cómo los recursos de ahorro se pueden materializar en instrumentos financieros y cómo estos a su vez sirven para la generación de inversión. El cuadro 2 ilustra la distribución del gasto de inversión de cada uno de los sectores institucionales y como se distribuye el ahorro de los agentes entre los diferentes instrumentos financieros.

Una consideración inicial que se debe hacer sobre el puente entre las cuentas reales y financieras es que en principio, el préstamo neto financiero y el préstamo neto real del Sistema de Cuentas Nacionales deberían coincidir, pero dado que las fuentes de información y de estimación son diferentes hay una discrepancia entre ambas cuentas (Lora, 2008). Para tratar con este desajuste se toma al ahorro como la cuenta en común entre la parte real y la parte financiera y a partir de esta relación y las proporciones de tenencias de los instrumentos financieros se crean las cuentas financieras.

La principal fuente de información para la construcción de las cuentas financieras de la MCS son los flujos de 2013 de la presentación matricial de las cuentas financieras del Banco de la República. Esta fuente de información también fue empleada por Tarp y Karl (2004) quienes construyen una Matriz de Contabilidad Social Financiera para Colombia y toman 29 cuentas en la parte financiera. En el presente modelo, se hace una mayor agregación de estas cuentas, ante la imposibilidad de tener la suficiente información de las elasticidades de sustitución entre cada uno de los activos.

Inicialmente, y a diferencia de las matrices tradicionales, se divide la formación bruta de capital fijo entre tres sectores institucionales: el gobierno, los hogares y las firmas. Para ello se toma la información de la MU que contiene el valor de la formación bruta de capital fijo para los distintos sectores económicos. Esta información se desagrega para cada uno de los sectores institucionales de acuerdo con la información de la CEI.

En el caso de los hogares se toma como dado el ahorro de la MCS real y la inversión que estos hacen especialmente en vivienda, el restante, es repartido entre acciones y depósitos. Para establecer los montos de cada uno de los anteriores activos se toma la proporción de las tenencias en las cuentas financieras del Banco de la República. De esta manera, la columna de inversión de hogares se divide en el gasto que realiza este sector institucional en su inversión real y sus instrumentos financieros (cuadro 2).

A partir de la MCS real se obtiene el gasto de inversión y el ahorro de las firmas, este último rubro constituye sus ganancias retenidas. Igualmente, se toma como dadas las acciones en poder de los hogares. Las acciones junto con los préstamos del exterior y de los bancos comerciales locales permiten financiar la inversión de la firma, la conformación de estas últimas cuentas comprende, en el caso de los bancos domésticos, los siguientes instrumentos financieros: Títulos y préstamos a corto y a largo plazo, y créditos comerciales. Por su lado, los préstamos del sector externo lo componen créditos comerciales, títulos a largo plazo y préstamos a corto y a largo plazo.

El gobierno financia su inversión con el ahorro de la MCS real y con recursos financieros del sector externo y de los bancos comerciales. Los valores de estos últimos recursos también dependen de la tenencia de pasivos representados en títulos, créditos y préstamos.

Cuadro 2. Mercado de Fondos Prestables

	SECTORES PRODUCTIVOS	TRABAJO	CAPITAL	IMPUESTOS A LA PRODUCCION	ARANCELES	FIRMAS	GOBIERNO	HOGARES	RESTO DEL MUNDO	IMPUESTOS DIRECTOS	RENTAS A LA PROPIEDAD Y TRANSFERENCIAS
SECTORES PRODUCTIVOS	608.495						114.434	426.078	126.597		
TRABAJO	344.785										
CAPITAL	283.610										
IMPUESTOS A LA PRODUCCIÓN	66.377										
ARANCELES	4.291										
FIRMAS			239.340					17.863			84.554
GOBIERNO			7.355	66.377	4.291			39.721		54.813	124.897
HOGARES		344.785	36.916			23.711	65.543				97.306
RESTO DEL MUNDO	141.037										35.900
IMPUESTOS DIRECTOS						45.369		9.443			
RENTAS A LA PROPIEDAD Y TRANSFERENCIAS						195.075	103.710	26.813	17.059		
ACCIONES								404			
BANCOS DOMÉSTICOS								4.135			
BANCOS EXTRANJEROS									33.282		
INVERSIÓN FIRMAS						77.603					
INVERSIÓN GOBIERNO							13.765				
INVERSIÓN HOGARES								43.802			
TOTAL	1.448.595	344.785	283.610	66.377	4.291	341.758	297.452	568.261	176.937	54.813	342.657

	ACCIONES	BANCOS DOMÉSTICOS	BANCOS EXTRANJEROS	INVERSIÓN FIRMAS	INVERSIÓN GOBIERNO	INVERSIÓN HOGARES	TOTAL
SECTORES PRODUCTIVOS				102.328	26.862	43.802	1.448.595
TRABAJO							344.785
CAPITAL							283.610
IMPUESTOS A LA PRODUCCIÓN							66.377
ARANCELES							4.291
FIRMAS							341.758
GOBIERNO							297.452
HOGARES							568.261
RESTO DEL MUNDO							176.937
IMPUESTOS DIRECTOS							54.813
RENTAS A LA PROPIEDAD Y TRANSFERENCIAS							342.657
ACCIONES							404
BANCOS DOMÉSTICOS			18.518				22.653
BANCOS EXTRANJEROS							33.282
INVERSIÓN FIRMAS	404	15.280	9.040				102.328
INVERSIÓN GOBIERNO		7.373	5.724				26.862
INVERSIÓN HOGARES							43.802
TOTAL	404	22.653	33.282	102.328	26.862	43.802	4.158.867

Fuente: elaboración propia. Cifras en miles de millones.

3. SECTOR REAL

El sector real del modelo se compone de 9 actividades productivas en las que se agruparon las 61 actividades del Sistema de Cuentas Nacionales Base 2005, de estas 8 son transables: (1) agricultura, (2) minería, (3) industria manufacturera, (4) comercio, reparación, servicios de alojamiento y restaurantes, (5) servicios de transporte, almacenamiento y comunicaciones (6) servicios financieros e inmobiliarios, (7) servicios públicos, (8) servicios sociales, comunales y personales. Por último, se tiene un único sector no transable: (9) construcción.

Los Modelos de Equilibrio General Computable son útiles para observar los comportamientos entre los sectores. Este aspecto es particularmente relevante en este estudio, ya que se puede identificar cómo la inversión pública focalizada en ciertos sectores, puede generar diferentes efectos sobre la inversión privada. Lo anterior ha sido probado empíricamente por Ahmed y Miller (2000), quienes dan cuenta de este tipo de diferencias, encontrando en una muestra de 39 países, que el gasto en seguridad social y bienestar tiene un efecto crowding out sobre la inversión privada. Sin embargo, el gasto en transporte y comunicaciones tienen un efecto crowding in. Las anteriores conclusiones se mantienen para la submuestra de los 23 países en desarrollo tenidos en cuenta en el estudio.

El modelo sigue la estructura anidada típica en estos modelos y asume la existencia de competencia perfecta en cada una de las etapas, en la primera de ellas cada sector demanda trabajo y capital de uso específico de cada actividad para la creación de valor agregado. Adicionalmente, cada sector demanda insumos y valor agregado de otros sectores, lo que finalmente se constituye en el bien nacional.

Posteriormente, mediante una función tipo CET, el bien nacional se divide entre bien doméstico y exportaciones. La siguiente etapa combina el bien domestico con las importaciones por medio de una función CES y se tiene finalmente el bien compuesto.

A continuación, se describe el proceso productivo con mayor detalle y se presentan los supuestos bajo los cuales los agentes institucionales hacen sus elecciones. Las ecuaciones que modelan el comportamiento de los agentes se amplían en el Anexo 2.

3.1 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo se describe mediante cuatro etapas. En la primera, cada firma demanda trabajo y capital para producir determinado bien. La elección óptima de los factores de producción es expresada en una función Cobb-Douglas, en la que se eligen las cantidades de trabajo y capital que maximizan el beneficio de la firma.

El proceso de maximización de las firmas también se encuentra determinado por un nivel de tecnología dado, que a su vez depende de una externalidad positiva generada por la inversión pública (φ). El parámetro que mide la externalidad, se define de manera similar al empleado por Dumont y Mesplé-Somps (2001) y Perrault, Savard y Estache (2010):

$$\varphi = \left(\frac{IG_t}{IG_{t-1}} \right)^{\xi_{gs}} \quad (1)$$

En donde IG_t representa la inversión pública en los diferentes sectores en el periodo presente y en el periodo anterior (IG_{t-1}). Esta relación se ve afectada por una elasticidad para cada sector productivo. Los valores sectoriales de esta elasticidad son tomados del trabajo de Perrault, Savard y Estache (2010), ya que no se tenía información específica para Colombia sobre la elasticidad de la inversión privada con respecto a la inversión pública para los diferentes sectores que aquí se consideran. Ya que, la mayoría de estimaciones elaboradas para Colombia se centran en medir la elasticidad del producto con respecto al capital público (Sanchez (1993), Cardenas et. al. (1995), Jimenez y Sanaú (2011)).

El parámetro φ afecta la productividad total de los factores, es decir un aumento de este es análogo al progreso técnico neutral de Hicks. Por lo tanto, la función de valor agregado se define como:

$$VA = \varphi * A(K^\alpha L^\beta) \quad (2)$$

La segunda etapa consiste en modelar las decisiones de la firma frente a las demandas de bienes intermedios que serán utilizados en su producción. Para ello, mediante una función Leontieff la firma maximiza su beneficio dada la función de producción, así elige las cantidades de su propio valor agregado y las cantidades de bienes intermedios que serán empleadas para la producción del bien nacional.

En el siguiente paso el bien nacional se transforma en bien doméstico y en bien exportable, lo anterior se basa en lo propuesto por Powell y Gruen (1968). Estos autores definen una transformación análoga a la de la elasticidad de sustitución, en la que el productor se enfrenta a unos planes de producción tipo CET. De esta forma, la firma elige cuanto de la producción será empleada para el consumo doméstico y cuanto se destinará para el mercado externo, mediante la maximización de sus beneficios sujetos a una tecnología CET⁷.

El último paso, consiste en la formación del bien compuesto, el cual combina los bienes domésticos con los bienes importados, lo anterior se basa en el modelo de Armington (1969), en donde se supone que no hay sustitución perfecta de los bienes domésticos e importados, debido a que desde el punto de vista del consumidor los bienes se diferencian por el país de origen. Bajo este contexto, la firma distribuirá sus recursos entre bienes domésticos e importables, para producir el bien compuesto maximizando su beneficio, sujeta a una tecnología de tipo CES y a unos precios para ambos bienes.

⁷ Este tipo de tecnología evita que haya sustitución perfecta entre los bienes exportables y domésticos.

3.2 HOGARES

Los hogares toman decisiones de consumo, estos realizan una demanda óptima de una canasta de bienes, dado su nivel de ingresos. Este último está determinado por las remuneraciones de los factores productivos; trabajo y capital, las rentas derivadas de la propiedad, otras transferencias y prestaciones otorgadas por el gobierno y las firmas. Parte de este ingreso está destinado como una porción fija al pago de impuestos y al ahorro. De esta forma, definido el ingreso disponible de los hogares, estos maximizan su utilidad mediante una función Cobb-Douglas para así elegir la cantidad demandada de cada bien.

Los hogares no tienen el poder de fijar los precios, ya que los precios de los factores y de los bienes son determinados endógenamente en el modelo. La oferta de los factores es inelástica dentro del mercado. Por su parte, la cantidad de bienes demandados por el hogar, hace parte de las variables endógenas.

3.3 FIRMAS

Las firmas cuentan con ingreso disponible para la inversión, el cual se deriva de los ingresos que perciben por su propiedad del capital, las rentas de la propiedad, las transferencias y las contribuciones sociales de los hogares, a su vez la firma debe hacer pagos por las rentas de propiedad, realizar transferencias y pagar las prestaciones sociales a los hogares e impuestos al gobierno. El monto resultante podrá ser utilizado para la adquisición de inversión real.

3.4 GOBIERNO

El gobierno percibe ingresos de los demás agentes; de los hogares y del sector productivo obtiene lo concerniente a impuestos de renta tanto de hogares como de firmas, igualmente estas últimas deben pagarle al gobierno los impuestos a la producción. Por su parte, el sector externo debe pagar aranceles.

Desde el componente del gasto, el gobierno consume bienes de los 9 sectores productivos, realiza transferencias a los hogares y a las firmas y debe cancelar las prestaciones sociales a los hogares. Por lo tanto, el resultante de los ingresos y los gastos será empleado para financiar parte del gasto de inversión.

3.5 SECTOR EXTERNO

La balanza de pagos en moneda local depende del desahorro de la economía nacional, el cual se toma como una variable exógena, la tasa de cambio, por el contrario es una variable endógena dentro del modelo. El desahorro, depende de los ingresos que el sector externo deriva del consumo de sus bienes en el territorio nacional y los gastos que realiza por el consumo de los bienes exportables.

4. DISTRIBUCIÓN DEL AHORRO DE LOS AGENTES Y FINANCIACION DE LA INVERSIÓN

Uno de los equilibrios macro que debe cumplir la MCS es el equilibrio ahorro-inversión. La cuenta de ahorro viene de varias fuentes y esta es gastada en bienes de capital, tradicionalmente el MEGC no especifica quienes son los dueños de los bienes de capital (Robinson, 2006), ni como ocurre la transformación de los recursos ahorrados en inversión de los diferentes agentes en la economía.

Sin embargo, el modelo puede profundizar en los anteriores aspectos considerando un equilibrio en el mercado de activos en el que se especifique la tenencia y los instrumentos del mercado de fondos prestables que dan lugar a la financiación de la inversión. Por lo tanto, el equilibrio está definido por los actores institucionales quienes alcanzan un portafolio de activos deseado. En tanto, cambios en los portafolios deseados afectarán la oferta y la demanda en el mercado de fondos prestables, que a su vez afectarán el equilibrio en el MEGC (Robinson, 1999).

A continuación, se presenta el mercado de fondos prestables del modelo. La descripción de este mercado de fondos prestables difiere de la descripción elaborada por Hernández (2003)⁸, en la medida en que en el modelo que aquí se desarrolla no se incluye el banco central, como tampoco se incluye el dinero como uno de los instrumentos financieros.

La riqueza de los hogares puede ser distribuida en inversión real y en activos financieros. En el primer caso, la mayoría de estos recursos están concentrados en vivienda. En el segundo caso, estos activos se dividen en la tenencia de acciones de las firmas y en depósitos en los bancos domésticos, como se muestra en la columna de hogares. Para realizar estas elecciones el hogar decide qué proporción de su ingreso disponible después de impuestos será destinada al gasto en inversión y cuanto destinará a los activos financieros.

$$S^{hh} = [Ing_{hh}(1 - \tau_{hh})]s^{inv} \quad (3)$$

$$S^{hhf} = [Ing_{hh}(1 - \tau_{hh})]s^{fin} \quad (4)$$

La propensión marginal a ahorrar tanto en inversión real (s^{inv}) como en activos financieros (s^{fin}) es exógena al modelo lo que implica que las decisiones de gasto de inversión de los hogares frente a su necesidad de adquirir vivienda responden en mayor proporción a su ingreso, y no a una rentabilidad, como sí lo realizan las firmas.

⁸ Hernández (2003) elabora una Matriz de Contabilidad Social Financiera para Colombia, en el presente trabajo no se elabora una matriz de este tipo, sino que se distribuyen los ahorros de los agentes en algunos instrumentos financieros con el fin de conformar el mercado de fondos prestables.

De otro lado, la inversión de las firmas corresponde al total del gasto de inversión real de todos los sectores productivos. Para financiar estos recursos, emiten acciones, retienen ganancias y adquieren crédito tanto de los bancos domésticos como de los extranjeros.

Las ganancias retenidas o el ahorro de las firmas (RI^f) está determinado por: el ingreso por capital de las firmas después de impuestos (K^f), las rentas de propiedad y transferencias tanto recibidas ($RPTR_F^{IN}$) como pagadas ($RPTR_F^{OUT}$), las contribuciones sociales que reciben ($Cont^{aFir}$) y las prestaciones sociales que pagan a hogares ($Prest^{deFir}$). De manera que:

$$RI^f = K^f + RPTR_F^{IN} - RPTR_F^{OUT} + Cont^{aFir} - Prest^{deFir} \quad (5)$$

El gobierno, de manera análoga a las firmas, emplea el endeudamiento externo e interno y sus ahorros (RI^g), los cuales están definidos por la diferencia entre ingresos (Ing_g) y gastos del gobierno (G):

$$RI^g = Ing_g - G \quad (6)$$

En el sector financiero, se encuentran los bancos comerciales domésticos quienes poseen dos tipos de activos: los préstamos al gobierno y a las firmas. Estos a su vez reciben recursos mediante préstamos de los bancos extranjeros y mediante los depósitos que realizan los hogares.

Finalmente, el resto del mundo proporciona créditos a las firmas y el gobierno, siendo estos dos sus activos, como se señala en la columna de bancos extranjeros. Esta financiación es posible gracias a su ahorro (S^{ROW}), es decir el déficit o el superávit comercial. El cual está en función de los niveles de importaciones (M_i), exportaciones (E_i), las rentas a la propiedad y transferencias recibidas ($RPTR_{ROW}^{IN}$) y pagadas ($RPTR_{ROW}^{OUT}$).

$$S^{ROW} = \sum_{i=1}^9 p_i^m M_i - \sum_{i=1}^9 p_i^e E_i + RPTR_{ROW}^{IN} - RPTR_{ROW}^{OUT} \quad (7)$$

5. FUNCIONES DE ELECCIÓN DE PORTAFOLIO DE LOS AGENTES

El comportamiento de los agentes sigue una demanda de portafolio tipo Tobin, en la que las instituciones deciden su composición de riqueza en dos pasos: Primero deciden la cantidad de inversión real que desean sostener y posteriormente deciden la distribución en los diferentes instrumentos financieros (Easterly, 1990).

Los hogares, las firmas y los bancos comerciales, pueden elegir entre diferentes activos presentes en el mercado, por lo tanto sus decisiones estarán guiadas por un proceso de maximización que les garantice el máximo retorno de sus portafolios, en el caso de los hogares, los bancos extranjeros y los bancos domésticos y que minimice los costos de financiación en el caso de las firmas.

El comportamiento del gobierno se toma como exógeno en el modelo, dado que este responde al lineamiento de las políticas fiscales que esta institución fije para un determinado momento de la economía y dado que es de interés observar los efectos de un aumento de la inversión sobre las decisiones de los otros agentes.

Con base en el desarrollo teórico elaborado por Rosensweig y Taylor (1990), se especifican las funciones de comportamiento de los cuatro agentes institucionales que maximizan sus retornos, en términos de funciones CES. Este tipo de funciones han sido empleadas por autores como, Xiao (2010) Nasstepad (2003), Barzi, Magnani y Perali (2008) y logran capturar de un lado, el hecho de que los activos financieros no son perfectos sustitutos, y de otro, asumen que los agentes emplean estrategias de diversificación del riesgo, lo cual es similar a la teoría de elección del portafolio de media varianza (Xiao, 2010). Las elasticidades de sustitución se toman del trabajo elaborado por Rosensweig y Taylor (1990).

5.1 HOGARES

Dadas las tasas de retorno de cada uno de los activos ($i^{DEP}/\overline{i^{DEP}}$, $i^{EQT}/\overline{i^{EQT}}$) y el ahorro financiero (S^{hhf}) el problema de maximización de los hogares será, encontrar el máximo retorno de su portafolio, compuesto por depósitos ($DEPO$) y acciones (EQT).

$$\max_{DEP, EQT} E = \left(\vartheta_{DEPO} (DEP i^{DEP} / \overline{i^{DEP}})^{\rho} + \vartheta_{EQT} (EQT i^{EQT} / \overline{i^{EQT}})^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$S. a \quad S^{hhf} = DEP + EQT$$

En donde, $\vartheta_{DEP} + \vartheta_{EQT} = 1$ y $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$

De manera que las cantidades demandas de cada activo están definidas de la siguiente manera:

$$DEP = S^{hhf} \frac{(\vartheta_{DEP})^{\sigma} (i^{DEP} / \overline{i^{DEP}})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{DEP})^{\sigma} (i^{DEP} / \overline{i^{DEP}})^{\sigma-1} + (\vartheta_{EQT})^{\sigma} (i^{EQT} / \overline{i^{EQT}})^{\sigma-1}} \quad (8)$$

$$EQT = S^{hhf} \frac{(\vartheta_{EQT})^{\sigma} (i^{EQT} / \overline{i^{EQT}})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{DEP})^{\sigma} (i^{DEP} / \overline{i^{DEP}})^{\sigma-1} + (\vartheta_{EQT})^{\sigma} (i^{EQT} / \overline{i^{EQT}})^{\sigma-1}} \quad (9)$$

5.2 FIRMAS

Una vez las firmas hayan elegido la cantidad de factores necesarios para llevar a cabo sus procesos productivos, estas deben elegir un portafolio que contenga los mecanismos de financiamiento que minimicen el costo de adquisición de su inversión. Para ello la firma, emplea sus recursos propios reteniendo las ganancias (RR), o con recursos externos,

mediante la adquisición de créditos de bancos comerciales domésticos (*PBDF*) y extranjeros (*PBEF*) o por medio de la emisión de acciones (*EQTO*).

El problema de la firma, será minimizar el costo de financiamiento dadas las tasas de interés de cada uno de los mecanismos $(\bar{i}^{PBDF}/i^{PBDF}, \bar{i}^{PBEF}/i^{PBEF}, \bar{i}^{EQT}/i^{EQT})$ y su riqueza financiera.

$$\min_{PBD, PBE, EQT} E =$$

$$\left(\vartheta_{PBDF} (PBD \bar{i}^{PBDF}/i^{PBDF})^\rho + \vartheta_{PBEF} (PBE \bar{i}^{PBEF}/i^{PBEF})^\rho \right. \\ \left. + \vartheta_{EQTO} (EQTO \bar{i}^{EQT}/i^{EQT})^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$\text{s. a } RFN_F = PBDF + PBEF + EQTO$$

En donde, $\vartheta_{PBDF} + \vartheta_{PBEF} + \vartheta_{EQTO} = 1$ y $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$

Por lo tanto, las demandas de instrumentos de financiamiento de las firmas son:

$$PBDF$$

$$= RFN_F \frac{(\vartheta_{PBD})^\sigma (\bar{i}^{PBDF}/i^{PBDF})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{PBD})^\sigma (\bar{i}^{PBDF}/i^{PBDF})^{\sigma-1} + (\vartheta_{PBE})^\sigma (\bar{i}^{PBEF}/i^{PBEF})^{\sigma-1} + (\vartheta_{EQTO})^\sigma (\bar{i}^{EQT}/i^{EQT})^{\sigma-1}} \quad (10)$$

$$PBEF$$

$$= RFN_F \frac{(\vartheta_{PBE})^\sigma (\bar{i}^{PBEF}/i^{PBEF})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{PBD})^\sigma (\bar{i}^{PBDF}/i^{PBDF})^{\sigma-1} + (\vartheta_{PBE})^\sigma (\bar{i}^{PBEF}/i^{PBEF})^{\sigma-1} + (\vartheta_{EQTO})^\sigma (\bar{i}^{EQT}/i^{EQT})^{\sigma-1}} \quad (11)$$

$$EQT$$

$$= RFN_F \frac{(\vartheta_{EQTO})^\sigma (\bar{i}^{EQT}/i^{EQT})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{PBD})^\sigma (\bar{i}^{PBDF}/i^{PBDF})^{\sigma-1} + (\vartheta_{PBE})^\sigma (\bar{i}^{PBEF}/i^{PBEF})^{\sigma-1} + (\vartheta_{EQTO})^\sigma (\bar{i}^{EQT}/i^{EQT})^{\sigma-1}} \quad (12)$$

5.3 GOBIERNO

El gobierno obtiene financiación de bancos domésticos (*PBDG*), y de bancos extranjeros (*PBEG*) para financiar su inversión. Igualmente, emplea los recursos provenientes de sus ahorros (*AH_g*) para esta finalidad.

$$RFN_G = PBDG + PBEG \quad (13)$$

5.4 BANCOS DOMÉSTICOS

Los bancos obtienen recursos de los bancos extranjeros (*PBED*) y de los depósitos que realizan los hogares (*DEP*). Con los anteriores recursos maximiza sus retornos mediante los préstamos a firmas (*PBDFO*) y a gobierno (*PBDGO*)⁹.

$$\max_{PBDFO, PBDGO} E = \left(\vartheta_{PBDFO} (PBDFO i^{PBDFO} / \overline{I^{PBDFO}})^{\rho} + \vartheta_{PBDGO} (PBDGO i^{PBDGO} / \overline{I^{PBDGO}})^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$S.a \text{ } DEP + PBEDO = PBDFO + PBDGO$$

En donde, $\vartheta_{PBDFO} + \vartheta_{PBDGO} = 1$ y $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$

$$\begin{aligned} & PBDFO \\ &= (DEP + PBEDO) \frac{(\vartheta_{PBDFO})^{\sigma} (i^{PBDFO} / \overline{I^{PBDFO}})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{PBDFO})^{\sigma} (i^{PBDFO} / \overline{I^{PBDFO}})^{\sigma-1} + (\vartheta_{PBDGO})^{\sigma} (i^{PBDGO} / \overline{I^{PBDGO}})^{\sigma-1}} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} & PBDGO \\ &= (DEP + PBEDO) \frac{(\vartheta_{PBDGO})^{\sigma} (i^{PBDGO} / \overline{I^{PBDGO}})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{PBDFO})^{\sigma} (i^{PBDFO} / \overline{I^{PBDFO}})^{\sigma-1} + (\vartheta_{PBDGO})^{\sigma} (i^{PBDGO} / \overline{I^{PBDGO}})^{\sigma-1}} \end{aligned} \quad (15)$$

5.5 BANCOS EXTRANJEROS

Los bancos extranjeros toman todo el ahorro del resto del mundo (*SROW*), para financiar las inversiones del gobierno y las firmas, y los recursos para los bancos domésticos. Se asume que los bancos domésticos adquieren recursos de los hogares y de los bancos extranjeros a una misma tasa de interés.

$$\max_{PBEDO, PBEFO} E = \left(\vartheta_{PBEDO} (PBEDO i^{DEP} / \overline{I^{DEP}})^{\rho} + \vartheta_{PBEFO} (PBEFO i^{PBEF} / \overline{I^{PBEF}})^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$S.a \text{ } S^{ROW} = PBEDO + PBEFO + PBEGO$$

En donde, $\vartheta_{PBEDO} + \vartheta_{PBEFO} = 1$ y $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$

⁹ Debido a que tanto los recursos de financiación como los recursos de inversión de los bancos domésticos son variables, se hace necesario fijar dentro del modelo los recursos de financiación de este sector institucional.

$$\begin{aligned}
& \text{PBEDO} \\
& = (S^{\text{ROW}} - \text{PBEGO}) \frac{(\vartheta_{\text{PBEDO}})^\sigma (i^{\text{DEP}} / \overline{i^{\text{DEP}}})^{\sigma-1}}{(\vartheta_{\text{PBEDO}})^\sigma (i^{\text{DEP}} / \overline{i^{\text{DEP}}})^{\sigma-1} + (\vartheta_{\text{PBEFO}})^\sigma (i^{\text{PBEF}} / \overline{i^{\text{PBEF}}})^\sigma} \quad (16)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{PBEFO} \\
& = (S^{\text{ROW}} - \text{PBEGO}) \frac{(\vartheta_{\text{PBEFO}})^\sigma (i^{\text{PBEF}} / \overline{i^{\text{PBEF}}})^\sigma}{(\vartheta_{\text{PBEDO}})^\sigma (i^{\text{DEP}} / \overline{i^{\text{DEP}}})^{\sigma-1} + (\vartheta_{\text{PBEFO}})^\sigma (i^{\text{PBEF}} / \overline{i^{\text{PBEF}}})^\sigma} \quad (17)
\end{aligned}$$

5.6 EQUILIBRIO EN EL MERCADO DE FONDOS PRESTABLES

A continuación se muestran las condiciones de vaciamiento en el mercado de instrumentos financieros.

$$\text{EQT} = \text{EQTO} \quad (18)$$

$$\text{PBEF} = \text{PBEFO} \quad (19)$$

$$\text{PBED} = \text{PBEDO} \quad (20)$$

$$\text{PBDG} = \text{PBDGO} \quad (21)$$

$$\text{PBDG} = \text{PBDFO} \quad (22)$$

6. MEGC: GASTO DE INVERSIÓN Y CIERRE DEL MODELO

El siguiente bloque de ecuaciones representa la relación entre los recursos disponibles y el gasto de inversión (Inv_i) que realiza cada uno de los sectores institucionales en los 9 sectores económicos.

En el caso de los hogares, se dispondrán los recursos de inversión de acuerdo con el monto del ahorro S^{hh} .

$$\lambda_{\text{Hi}}(S^{\text{hh}}) = p_i^q \text{Invh}_i \quad (23)$$

En donde λ_{Hi} denota un porcentaje fijo de gasto de inversión que realizan los hogares en cada uno de los sectores productivos.

Las firmas y el gobierno emplean los recursos de sus ahorros junto con los instrumentos financieros para realizar su gasto de inversión.

$$\lambda_{\text{Fi}}(RI^f + \text{PBDG} + \text{PBEF} + \text{EQTO}) = p_i^q \text{InvF}_i \quad (24)$$

$$\lambda_{\text{Gi}}(RI^g + \text{PBDG} + \text{PBEG}) = p_i^q \text{InvG}_i \quad (25)$$

Debido a que el modelo desarrollado es estático, se debe asumir si debe ser la inversión o el ahorro la variable exógena al modelo¹⁰. Generalmente se tienen dos formas de realizar el cierre del modelo para que se cumpla el equilibrio entre ahorro e inversión. Si la variable exógena es la inversión, este tipo de cierre se denomina el cierre guiado por la inversión. En contraste, en el cierre guiado por el ahorro, la inversión es endógena al modelo. Cabe destacar que en la mayoría de los modelos no se hace una distinción de la inversión por los diferentes sectores institucionales y dado que en el análisis que el presente trabajo desarrolla si es importante hacer esta distinción, se tiene un cierre del equilibrio ahorro e inversión diferente al tradicional.

En el caso de los hogares, como se mencionó anteriormente, la propensión marginal a ahorrar es exógena y los recursos de inversión son endógenos, igualmente se establece esta condición para la inversión de las firmas. El gobierno de su lado, toma decisiones de política pública y determina si incrementar o disminuir su inversión en los diferentes sectores, por tanto esta es exógena en el modelo.

Adicionalmente, se realizan dos tipos de cierre con respecto al balance del gobierno. En el primero se supone que el consumo del gobierno es exógeno. De manera que los impuestos a la renta son flexibles en el modelo. En el segundo caso los impuestos son exógenos y el gasto del gobierno es endógeno.

V. SIMULACIONES

A continuación se presentan diferentes escenarios en los que el gobierno incrementa su inversión a través de un aumento de sus recursos de endeudamiento.

1. Incremento de la inversión del gobierno en todos los sectores en un 2% y el endeudamiento externo e interno se incrementa para garantizar los recursos en igual proporción. Se asumen impuestos a la renta endógenos.
2. Incremento de la inversión del gobierno en construcción en un 2% y el endeudamiento externo e interno se incrementa para garantizar los recursos en igual proporción. Se asumen impuestos a la renta endógenos.
3. Incremento de la inversión del gobierno en construcción en un 2% y el endeudamiento externo e interno se incrementa para garantizar los recursos en igual proporción. En el balance del gobierno se deja como variable endógena los impuestos a la renta. Adicionalmente, se asume que hay una externalidad positiva de la inversión del gobierno sobre la inversión de las firmas.
4. Incremento de la inversión del gobierno en construcción en un 2% y el endeudamiento externo e interno se incrementa para garantizar los recursos en igual proporción. En el balance del gobierno, se deja como variable endógena el gasto. Adicionalmente, se

¹⁰ De no hacer esta precisión habría un desbalance en el número de variables y ecuaciones en el modelo.

asume que hay una externalidad positiva de la inversión del gobierno sobre la inversión de las firmas.

El cuadro 3 ilustra, el escenario base y los cambios porcentuales de la línea base para cada una de las simulaciones, en las variables reales, en los mercados de fondos prestables y en las tasas de interés de este tipo de mercados.

Cuadro 3. Resultados del modelo. Cambios porcentuales.

Variables	Línea Base	(1)	(2)	(3)	(4)
Variables Reales	Miles de Millones	$\Delta\%$	$\Delta\%$	$\Delta\%$	$\Delta\%$
PIB	699.063	0,008	0,007	0,137	0,134
Inversión de las firmas	102.328	-0,482	-0,378	-0,128	-0,139
Inversión de los Hogares	43.802	0,000	0,000	0,121	0,103
Ahorro Firmas	77.603	0,057	0,049	0,372	0,358
Ahorro Hogares	43.802	0,0004	-0,0003	0,1212	0,103
Ahorro Gobierno	13.765	0,023	0,020	-3,088	-3,088
Fondos Prestables					
Prestamos Bancos Ext. Firmas	9.040	-2,8508	-2,256	-2,200	-2,209
Prestamos Bancos Dom. Firmas	15280	-1,758	-1,391	-1,391	-1,391
Acciones	404	-2,6940	-2,131	-2,004	-2,023
Depósitos	4.135	0,2639	0,208	0,329	0,311
Prestamos Bancos Dom. Gobierno	7.373	3,643	2,882	2,882	2,882
Prestamos Bancos Ext. Bancos Dom.	18.518	-0,0589	-0,046	-0,073	-0,069
Prestamos Bancos Ext. Gobierno	5.724	4,692	3,712	3,712	3,712
Tasas de interés					
<i>i</i> Prestamos Bancos Ext. Firmas	1	-2,00	-1,60	-1,600	-1,600
<i>i</i> Prestamos Bancos Dom. Firmas	1	-4,70	-3,70	-3,600	-3,600
<i>i</i> Depósitos	1	5,20	4,10	3,800	3,900
<i>i</i> Acciones	1	-2,40	-1,90	-2,100	-2,100
<i>i</i> Prestamos Bancos Dom. Gobierno	1	8,90	7,10	7,100	7,100

Fuente: elaboración propia.

En el primer escenario el incremento de la inversión gubernamental se dio paralelamente con un aumento del 3,6% del endeudamiento doméstico y del 4,7% del endeudamiento externo, con el fin de financiar la nueva inversión del gobierno. Estos incrementos surgen de emplear el mismo monto de recursos tantos externos como internos.

El incremento en la demanda de préstamos por parte del gobierno genera un incremento en la tasa de interés de los préstamos internos y externos al gobierno, lo cual hace que resulte más rentable para los bancos domésticos incrementar su oferta de préstamos hacia el gobierno y disminuir los recursos de financiación disponibles para las firmas.

Se observa que los depósitos se incrementan debido a que en el modelo se asume que los recursos de los bancos domésticos son fijos. De manera que este sector institucional incrementa su demanda por este activo, ante la disminución de los recursos entregados por los bancos extranjeros. Consecuentemente, los hogares disminuyen sus acciones en un 2,7%, pues obtienen mejores rendimientos si aumentan sus tenencias de depósitos. En consecuencia, los recursos de los hogares y los del sector financiero se reducen para financiar la inversión de las firmas.

El efecto final sobre la inversión real de las firmas, es una disminución del 0,48%. Sin embargo, se genera un incremento del PIB en 0,008% gracias al incremento de la inversión del gobierno. Los cambios en el componente real del modelo reflejan un aumento en las compras del sector construcción sobre todos los sectores, especialmente en los sectores de servicios financieros, servicios públicos e industria. Otros sectores que aumentan sus demandas son los de servicios financieros y servicios sociales. No obstante, la reducción de la inversión genera una disminución de las compras de los demás sectores.

El segundo escenario se asemeja al primero, en la medida que surte efectos similares en el mercado de financiación, en términos de magnitud. Esto se explica porque el sector de la construcción constituye cerca del 79% de la inversión total del gobierno. Por lo tanto, el resultado de un incremento de este tipo de inversión del gobierno en un 2%, genera una contracción en la inversión de la firma en un 0,37%.

El escenario (3) corresponde a un crecimiento del 2% de la inversión en construcción, incorporando una externalidad positiva entre la inversión pública y la inversión privada. El financiamiento de la nueva inversión se realiza a través de un aumento del endeudamiento tanto interno como externo. Bajo este contexto el efecto desplazamiento es menor y solo llega a ser del 0,13%. Lo anterior, se explica por la presencia de la externalidad, la cual genera un incremento en la productividad de los factores: trabajo y capital. De esta forma crece, de un lado, la producción en ciertos sectores, especialmente: industria, servicios financieros, minería y comercio. De otro lado, se incrementan los ingresos de los hogares, al aumentar los puestos de trabajo en ciertos sectores económicos como la industria.

El aumento en la productividad, también tiene un efecto positivo sobre el ahorro de las firmas y esto genera que requieran menos recursos de los mercados financieros. Con respecto al PIB, el incremento en este escenario es mayor al escenario (2), pues este aumenta 0,13%.

Finalmente, en el escenario (4) se replica el anterior con la diferencia que se contempla un cierre del balance del gobierno diferente al de las simulaciones anteriores, ya que se asume que la variable endógena es el gasto del gobierno. En este cierre se tiene un resultado similar,

ya que el efecto crowding out es de alrededor del 0,14% y el aumento del PIB se mantiene en 0,13%. Por otra parte, en los escenarios en los que se asume la externalidad hay un incremento en los ingresos tanto de las firmas como de los hogares. En contraste, si no se tiene en cuenta la externalidad hay un efecto negativo en los ingresos de los hogares y un aumento muy pequeño del ingreso de las firmas.

Un aspecto que resulta relevante bajo todos los escenarios es que se asume que el total de los recursos de financiamiento no pueden variar sustancialmente, debido a que los sectores institucionales que generan financiamiento como lo son los hogares, las firmas y los bancos, solo podrían tener recursos disponibles si se aumentara el ahorro de los hogares, ya que los recursos del resto del mundo se mantienen fijos dentro del modelo. Estas condiciones pueden representar ciertas restricciones de financiamiento, que se pueden tener sobre todo, en los mercados financieros de los países en desarrollo.

VI. CONCLUSIONES

El presente trabajo abordó los efectos de la deuda pública sobre la inversión privada, teniendo especial énfasis en el incremento de la deuda pública como mecanismo de financiamiento de la inversión del gobierno. Cabe destacar que se profundizó en el mercado de fondos prestables, en la diferenciación de las funciones de comportamiento en las decisiones de inversión de hogares y firmas y se incorporó un efecto positivo de la inversión pública sobre la inversión privada, la cual se ha probado empíricamente para diferentes países, especialmente en los países en desarrollo.

Los resultados indican que ante un aumento de la inversión del gobierno financiada con préstamos tanto de bancos extranjeros, como de bancos domésticos, se genera un desplazamiento de la inversión. Sin embargo, este efecto crowding out resulta proporcionalmente menor al incremento de la inversión del gobierno.

Si se tiene en cuenta el efecto de la externalidad, el efecto desplazamiento es aún menor, ya que el aumento de la inversión del gobierno genera un aumento en la productividad de los factores trabajo y capital, los cuales incrementan los ingresos tanto de firmas como de los hogares. Por lo tanto, también se tiene un mayor crecimiento del PIB. Este se incrementaría un 0,13% gracias al aumento del 2% de la inversión del gobierno. La magnitud de este resultado es similar al estimado previamente por Cárdenas et al. (1995) en donde se indica que un aumento del 1% del capital público estaría asociado con un aumento entre el 0,05% y el 0,12% del PIB.

Los hallazgos del documento permitieron analizar los encadenamientos productivos y los efectos positivos sobre la productividad, generados por el aumento de la inversión del gobierno en el sector de construcción. Adicionalmente, se abordaron los efectos sobre los mercados financieros.

En el caso colombiano, ambos aspectos resultan relevantes para el diseño y puesta en marcha de los grandes proyectos de infraestructura. Puesto que, estos deben construirse para que tengan un alto impacto en la generación de encadenamientos que impulsen el crecimiento y

el empleo en otros sectores productivos y deben formularse para que el mecanismo de financiación tenga el menor efecto sobre la disponibilidad y aumento del costo de financiación de los planes de inversión de los privados.

En particular, para el caso de financiación de las vías 4G, el Departamento Nacional de Planeación ha estimado que la tasa de crecimiento potencial aumentará 0,9 pp para 2024¹¹, sin embargo los recursos de financiación de la tercera ola del proyecto no están asegurados, ya que a pesar de tener altos impactos en términos de conectividad regional, tienen elevados riesgos de construcción¹². De aquí se vislumbra que los altos costos de este plan de infraestructura imponen el reto al gobierno de evaluar el costo- efectividad de estos planes de manera integral.

Finalmente, futuras investigaciones deberían abordar el problema de manera dinámica, para analizar las funciones de respuesta de los agentes económicos ante un endeudamiento por parte del gobierno en el mediano y largo plazo. Igualmente, futuros ejercicios podrían introducir el papel del banco central y el dinero.

¹¹ Conpes 3760 de 2013.

¹² Ver ANIF (2014).

BIBLIOGRAFÍA

- Agénor P. y Montiel P. (2000). La Macroeconomía del Desarrollo, Fondo de Cultura Económica.
- Abel A. (1988). Consumption and Investment. NBER Working Paper Series, Working Paper No.2580
- Ahmed y Miller (2000). Crowding-out and Crowding- in Effects of the Components of Government Expenditure. Contemporary Economic Policy. Vol 18, No.1, pp. 124-133.
- Asociación Nacional de Instituciones Financieras –ANIF-. (2014). Concesiones de Infraestructura de Cuarta Generación (4G): Requerimiento de Inversión y Financiamiento Público-Privado.
- Argimon I., Páramo JM. y Roldán JM. (1997). Evidence of Public Spending Crowding-out from a Panel of OECD Countries, Applied Economics 29.
- Armington P. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place Production. International Monetary Fund Staff Papers.
- Aschauer D., (1989). Is public expenditure productive?. Journal of Monetary Economics 23, pp 177-200.
- Aschauer D., (1990). Is Government Spending Stimulative?, Contemporary Economic Policy. Western Economic Association International, Vol. 8 (4)
- Balcerzak A. y Rogalska E. (2014). Crowding Out and Crowding in Whithin Keynesian Framework. Do We Need Any New Empirical Research Concerning Them? Economics & Sociology. Vol 7. No 2. pp 80-93.

- Barzi F., Magnani R. y Perali F. (2008). Households Savings and Firms Investments: Implications for Economic Growth. General Conference of the International Association for Research in Income and Wealth.
- Benjamin N., Devarajan S. y Weiner R. (1989). Dutch Disease in a Developing Country: Oil Reserves in Cameroon. *Journal of Development Economics*. Vol. 30. pp. 71–92
- Blanchard O. y Leigh D. (2013). Growth Forecast Errors and Fiscal Multipliers. International Monetary Fund (IMF), Working Paper.
- Brainard y Tobin (1968). Pitfalls in Financial Model Building, *The American Economic Review*, Vol. 58, No. 2, Mayo; pp. 99-122.
- Cardenas M., Escobar A. y Gutierrez C (1995). La Contribución de la Infraestructura a la Actividad Económica en Colombia 1950-1994. *Ensayos sobre Política Económica*. Banco de la República de Colombia.
- Cavallo y Daude (2011). Public investment in developing countries: A blessing or a curse?, *Journal of Comparative Economics*, 39(1):65-81.
- Cespedes, E. (2011). Una matriz de contabilidad social con informalidad 2007: documentación técnica. Departamento Nacional de Planeación, Archivos de Economía, No 377.
- Corredor D. y Pardo O. (2008). Matrices de Contabilidad Social 2003, 2004 y 2005 para Colombia. Archivos de Economía. No 339. DNP.
- Cebula R. (1978). An empirical Analysis of the Crowding Out Effect of Fiscal Policy in the United States and Canada. *Kyklos International Review for Social Sciences*. Vol 31.

- Chakraborty L. (2007). Fiscal Deficit, Capital Formation, and Crowding Out in India: Evidence from an Asymmetric VAR Model.” Working Paper No. 518. Annandale-on-Hudson, NY: The Levy Economics Institute of Bard College.
- Chhibber A. y Dailami M. (1993). Fiscal Policy and Private Investment in Developing Countries. Recent Evidence on Key selected Issues. Policy, Research and External Affairs Working Papers. The World Bank.
- Davidson P. (2011). Post Keynesian Macroeconomic Theory: A Foundation for Successful Economic Policies for the Twenty-First Century.
- Departamento Nacional de Planeación. (2013). CONPES 3760 de 2013. Proyectos Viales bajo el Esquema de Asociaciones Público Privadas: Cuarta Generación de Concesiones Viales.
- Dumont, J.C. y Mesple-Somps S. (2001). Des Retombées Généralement bien Appréciables: Infrastructure Publique, Croissance et Compétitivité au Senegal." La Politique Économique du Développement et les Modèles D'équilibre Général calculable. Montréal : Presse de l'université de Montréal.
- Easterly W. (1990). Portfolio Effects in CGE Model: Devaluation in Dollarized Economy. Socially Relevant Policy Analysis, Structuralist Computable General Equilibrium Models for the Developing World.
- Easterly W. (1991) Fiscal Adjustment and Deficit Financing During the Debt Crisis. Policy, Planning and Research Working Papers. The World Bank.
- Echavarría J. y Tenjo F. (1993). “Inversión, Liquidez y Fuentes de Información de la Industria Colombiana. Coyuntura Económica.

- Eden y Kraay (2014). "Crowding in" and the Returns to Government Investment in Low-Income Countries, Policy Research Working Paper. The World Bank.
- Fargeix A. y Sadoulet E. (1990). A Financial Computable General Equilibrium Model for the Analysis of Ecuador's Stabilization Programs, OECD Development Centre, Working Paper No. 10.
- Feltenstein A. (1986). An Intertemporal General Equilibrium Analysis of Financial Crowding Out: A Policy Model and an Application to Australia. Journal of Public Economics, Vol 31 (1).
- Feltenstein A. y Morris S. (1986). Fiscal Stabilization and Exchange Rate Instability. Report 74. The World Bank.
- Friedman (1979). Crowding Out or Crowding In? Economic Consequences of Financing Government Deficits. NBER. Working Paper No.284.
- Furceri D. y Sousa R. (2011). The Impact of Government Spending on the Private Sector: Crowding-out versus Crowding-in Effects. KYKLOS Vol 64.
- Hatano (2010). Crowding in effect of public investment on private investment. Public Policy Review, Vol6, No 1.
- Hernández G. (2003). Construcción de una Matriz de Contabilidad Social Financiera para Colombia. Archivos de Economía. Documento 223. DNP.
- Hosoe N., Gasawa K. y Hashimoto H. (2010). Textbook of Computable General Equilibrium Modelling. Programming and Simulations. Palgrave Macmillan.
- Jiménez S. y Sanaú J. (2011). Infraestructura y Productividad Industrial en Colombia. Desarrollo y Sociedad. No. 68.

- Jorgenson D. (1967). The Theory of Investment Behavior. University of California at Berkeley. NBER.
- Lora E., (2008). Técnicas de Medición Económica, Metodología y Aplicaciones en Colombia. Alfaomega, 4 Edición.
- Naastepad N., (2003) Restoring Macroeconomic Stability through Fiscal Adjustment: a Real-Financial CGE Analysis for India, Review of Development Economics, 7 (3), 445-461.
- Perrault J, Savard L. y Estache A. (2010). The impact of Infrastructure Spending in Sub-Saharan Africa, a CGE Modeling Approach. The World Bank. Africa Region. Sustainable Development Division. Policy Research Working Paper 5836
- Powell A. y Gruen F. (1968). The Constant Elasticity of Transformation Production Frontier and Linear Supply System. International Economic Review. Vol 9. No 3.
- Rama M. (1993). Empirical Investment Equations for Developing Countries. En: Servén L. y Solimano A.: Striving for Growth after Adjustment. World Bank.
- Rashid A. (2005). Public/ Private Investment Linkages: A Multivariate Cointegration Analysis. The Pakistan Development Review. Pakistan Institute of Development Economics.
- Rosensweig J. y Taylor L. (1990). Devaluation, Capital Flows, Crowding-out: CGE Model for Thailand. Socially Relevant Policy Analysis, Structuralist Computable General Equilibrium Models for the Developing World.

- Robinson S., (2006). Macro Models and Multipliers: Leontief, Stone, Keynes and CGE Models Poverty, Inequality and Development. Vol. 1 Economic Studies in Inequality, Social Exclusion and Well-Being pp 205-232.
- Robinson S. (1991). Macroeconomics, Financial Variables and Computable General Equilibrium Models. World Development. Vol 19, No 11.
- Rodríguez D. (2015). Simulación de Políticas Públicas con Modelos de Equilibrio General Computable, Documento de Trabajo No. 53, Facultad de Economía, Universidad Externado de Colombia.
- Sanchez F. (1993). El Papel del Capital Público en la Producción, Inversión y el Crecimiento Económico den Colombia. Departamento Nacional de Planeación, Archivos de Economía, No 018.
- Savard L. (2010). Scaling up Infrastructure Spending in the Philippines: A CGE Top-Down Bottom-up Microsimulation Approach. International Journal of Microsimulation, International Microsimulation Association. Vol 3 (1)
- Serven L. (1996). Does Public Capital Crowd Out Private Capital: Evidence from India. Policy Research Working Paper. The World Bank.
- Singh T. (2012). Does Public Capital Crowd Out or Crowd in Private Capital in India?. Journal of Economic Policy Reform. Vol 15 (2) pp 109-133.
- Spencer R. y Yohe W. (1970). The “Crowding out” of Provate Expenditures by Fiscal Policy Actions. Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Tarp H. y Karl C. (2004). A “Real” Financial Social Accounting Matrix for Colombia, Archivos de Economía, Departamento Nacional de Planeación, Documento 264.

Taylor L., (1990). Socially Relevant Policy Analysis.

Traum N, Yang S. (2010). Does Government Debt Crowd Out Investment? A Bayesian DSGE approach.

Xiao J., (2010) Theoretical Structure of the FAGE Model. Centre of Policy Studies, Monash University. General Paper No. G-198.

ANEXO 1. Matriz de Contabilidad Social

	AGR	MIN	IND	SERP	CONS	CHR	TRYTE	SERF	SERS	TRA	CAP	IMP	ARA	FIR
AGR	3696		39886		1040	4475			349					
MIN	9	7208	14121	2469	3464		1							
IND	9256	2631	86807	1191	47217	22966	24648	4768	19915					
SERP	149	365	6944	10725	128	1770	1480	1050	3676					
CONS	163	884	69	1453	1425	93	373	1413	3928					
CHR	8776	393	86186	863										
TRYTE	873	9021	9533	512	1261	6624	3728	6493	6057					
SERF	1237	1908	18977	4094	9761	13278	9819	28853	27614					
SERS	47	11	1543	51	44	810	1045	666	16214					
TRA	58151	3665	41495	1785	19986	94654	28545	29143	67361					
CAP	4115	62979	41094	17363	32373	9151	19910	77436	19189					
IMP	-846	1297	30987	276	2869	4549	5790	16930	4525					
ARA	58	1	4232											
FIR											239340			
GOB											7355	66377	4291	
HH										344785	36916			23711
ROW	3974	364	117568	387		565	2316	14627	1235					
IMD														45369
RPT														195075
ACC														
BDF														
BE														
INF														77603
ING														
INH														
TOT	90505	90728	499441	41169	119567	158935	97653	181380	170064	344785	283610	67223	4291	341758

	GOB	HH	ROW	IMD	RPT	ACC	BDF	BE	INF	ING	INH	TOT
AGR	29	28971	7341						2474	3	1395	90505
MIN			63425						29			90728
IND	4918	174165	46535						44898	3793	5735	499441
SERP		13818	1062						2			41169
CONS									52107	21250	36409	119567
CHR	2561	57111	685						2307	36	17	158935
TRYTE	37	49242	4272									97653
SERF	63	60800	2514						507	1743	214	181380
SERS	106827	41972	762						3	37	33	170064
TRA												344785
CAP												283610
IMP												67223
ARA												4291
FIR		17863			84554							341758
GOB		39721		54813	124897							297452
HH	65543				97306							568261
ROW					35900							176937
IMD		9443										54813
RPT	103710	26813	17059									342657
ACC		404										404
BDF		4135						18518				22653
BE			33282									33282
INF						404	15280	9040				102328
ING	13765						7373	5724				26862
INH		43802										43802
TOT	297452	568261	176937	54813	342657	404	22653	33282	102328	26862	43802	4160559

ANEXO 2. ECUACIONES DEL MODELO

Tomando la misma nomenclatura de Rodríguez (2015) se describen con mayor profundidad las ecuaciones del modelo que no se abordaron dentro del documento.

1. Producción

Valor agregado

El problema de maximización de cada firma consiste en maximizar la función de beneficios (π_i^{VA}), la cual se encuentra determinada por los ingresos que percibe del valor agregado ($p_i^{VA}VA_i^S$) y el costo de sus insumos (rK_i, wL_i). Su restricción está dada por la función de producción (VA_i^S), la cual tiene una tecnología Cobb-Douglas.

$$\max_{VA_i^S, K_i, L_i \in \mathbb{R}_+} \pi_i^{VA} = p_i^{VA}VA_i^S - rK_i - wL_i$$

$$\text{s. a. } VA_i^S = \varphi A_i K_i^{\alpha_i} L_i^{\beta_i} \quad \forall i = 1, 2, \dots, 9$$

En donde $\alpha_i + \beta_i = 1$

Por lo tanto, los valores óptimos del pago a factores que maximizan el beneficio de la firma son:

$$p_i^{VA} \alpha_i \frac{VA_i^S}{K_i} = r$$

$$p_i^{VA} \beta_i \frac{VA_i^S}{L_i} = w$$

Bien nacional

Cada uno de los 9 sectores productivos mediante una tecnología Leontief emplea el valor agregado y bienes intermedios ($x_{j,i}$) para la producción de un bien nacional. Nuevamente, el objetivo de la firma es maximizar su función de beneficios sujeto a su función de producción. La diferencia subyace en que la función de producción no es diferenciable. Para ello, se encuentran las condiciones de optimización:

$$y_i = a y_i Z_i^S \quad \forall i = 1, 2, \dots, 9$$

$$x_{j,i} = a x_{j,i} Z_i^S \quad \forall i, j = 1, 2, \dots, 9$$

Posteriormente, estas condiciones se rempazan en la función de beneficio y se obtiene:

$$p_i^Z = p_i^{VA} a y_i + \sum_{j=1}^9 p_j^q a x_{j,i}$$

Exportaciones

El bien nacional puede ser demandado internamente o en el exterior, por lo tanto la firma desea maximizar su beneficio resultante de los ingresos que recibe por la venta del bien doméstico

$(p_i^d D_i^s)$ y del bien exportable $(p_i^e E_i)$. Sin embargo, por este último debe pagar un impuesto sobre la producción $((1 + \tau_i^z) p_i^z Z_i^d)$. Por otro lado, la restricción de la firma se encuentra dada por la tecnología de transformación tipo CET.

$$\begin{aligned} \max_{E_i, D_i^s, Z_i^d \in \mathbb{R}_+} \pi_i^E &= p_i^d D_i^s + p_i^e E_i - (1 + \tau_i^z) p_i^z Z_i^d \\ \text{s. a. } Z_i^d &= \theta_i [\xi d_i (D_i^s)^{\mu_i} + \xi e_i (E_i)^{\mu_i}]^{\frac{1}{\mu_i}} \\ p_i^e &= \varepsilon p_i^w \quad \forall i = 1, 2 \dots 9 \end{aligned}$$

La restricción tiene en cuenta la importancia del bien doméstico (ξd_i) y del bien exportable ξe_i y la elasticidad de sustitución entre este tipo de bienes (μ_i) . De manera tal que la cantidad de bien doméstico y exportable viene dado por:

$$\begin{aligned} D_i^s &= \left[\frac{\theta_i^{\mu_i} \xi d_i (1 + \tau_i^z) p_i^z}{p_i^d} \right]^{\frac{1}{1-\mu_i}} Z_i^d \quad \forall i = 1, 2 \dots 9 \\ E_i &= \left[\frac{\theta_i^{\mu_i} \xi e_i (1 + \tau_i^z) p_i^z}{p_i^e} \right]^{\frac{1}{1-\mu_i}} Z_i^d \quad \forall i = 1, 2 \dots 9 \\ p_i^e &= \varepsilon p_i^w \quad \forall i = 1, 2 \dots 9 \end{aligned}$$

Importaciones

La oferta final para el consumo interno de la economía se denomina bien compuesto (Q_i) y se encuentra determinada por el bien doméstico (D_i^d) y el bien importado (M_i) . Por lo tanto, el problema de la firma será escoger las cantidades de bien doméstico y de bien importado que maximicen su beneficio.

$$\begin{aligned} \max_{M_i, D_i^d, Q_i \in \mathbb{R}_+} \pi_i^M &= p_i^q Q_i - (1 + \tau_i^m) p_i^m M_i - p_i^d D_i^d \\ \text{s. a. } Q_i &= \gamma_i [\delta d_i (D_i^d)^{\eta_i} + \delta m_i (M_i)^{\eta_i}]^{1/\eta_i} \\ \text{En donde, } \eta_i &= \frac{\sigma_i - 1}{\sigma_i} \text{ y } \delta d_i + \delta m_i = 1 \\ p_i^m &= \varepsilon p_i^w \quad \forall i = 1, 2 \dots 9 \end{aligned}$$

La firma tiene como restricción la tecnología de producción tipo CES, en donde δd_i representa la importancia del bien doméstico y δm_i la del bien importado. De otro lado, σ_i es la elasticidad de sustitución entre el bien doméstico y el importado.

Las cantidades óptimas del bien doméstico y del bien importado son:

$$M_i = \left[\frac{\gamma_i^{\eta_i} \delta m_i p_i^q}{(1 + \tau_i^m) p_i^m} \right]^{\frac{1}{1-\eta_i}} Q_i \quad \forall i = 1, 2 \dots 9$$

$$D_i^d = \left[\frac{\gamma_i^{\eta_i} \delta d_i p_i^q}{p_i^d} \right]^{\frac{1}{1-\eta_i}} Q_i \quad \forall i = 1, 2 \dots 9$$

2. Hogares

La función objetivo de los hogares consiste en maximizar su consumo, dada su restricción presupuestal:

$$\max_{x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{R}_+} U(x_1, x_2 \dots x_9) = \phi_1 \ln x_1 + \phi_2 \ln x_2 + \dots + \phi_9 \ln x_9$$

$$\text{s. a. } [(wL^S + \psi_{hh} rK^S)(1 - \tau_{hh})](1 - s) \geq p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_9 x_9$$

$$\text{En donde } \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_9 = 1$$

De manera que las demandas de los hogares en cada uno de los sectores se encuentra dada por:

$$x_i^{hh} = \frac{\phi_i [\text{Ing}_{hh}(1 - \tau_{hh})](1 - s)}{p_i^q}$$

Los ingresos de los hogares antes de impuestos (Ing_{hh}) dependen del pago a factores (wL^S y rK^S), los ingresos ($\text{RPTR}_{HH}^{\text{IN}}$) y los gastos ($\text{RPTR}_{HH}^{\text{OUT}}$) por rentas y transferencias, las prestaciones pagadas por las firmas ($\text{Prest}^{\text{deFir}}$) y por el gobierno ($\text{Prest}^{\text{deGob}}$) y las contribuciones ($\text{Cont}^{\text{aFir}}$, $\text{Cont}^{\text{aGob}}$).

$$\begin{aligned} \text{Ing}_{hh} = & wL^S + \psi_{hh} rK^S + \text{RPTR}_{HH}^{\text{IN}} - \text{RPTR}_{HH}^{\text{OUT}} + \\ & \text{Prest}^{\text{deFir}} + \text{Prest}^{\text{deGob}} - \text{Cont}^{\text{aFir}} - \text{Cont}^{\text{aGob}} \end{aligned}$$

3. Gobierno

Los ingresos del gobierno se encuentran determinados los impuestos que reciben de hogares (T^{hh}) y firmas (T^f), los impuestos a la producción (T^{pro}), los aranceles (Aran), los ingresos por propiedad del capital (rK^S), las rentas y transferencias y las contribuciones.

$$\begin{aligned} \text{Ing}_g = & T^{hh} + T^f + T^{\text{pro}} + \text{Aran} + \psi_g rK^S + \text{RPTR}_G^{\text{IN}} \\ & - \text{RPTR}_G^{\text{OUT}} - \text{Prest}^{\text{deGob}} + \text{Cont}^{\text{aGob}} \end{aligned}$$

Parte de estos ingresos se emplea para financiar el gasto que el gobierno realiza en los diferentes sectores económicos.

$$G = \sum_{i=1}^9 p_i^q x_i^g = p_1^q x_1^g + p_2^q x_2^g + \dots + p_9^q x_9^g$$